

**No English title available.**

Patent Number: ☐ DE19829142  
Publication date: 2000-01-05  
Inventor(s): KOSCHANY PETRA (DE)  
Applicant(s): MANHATTAN SCIENT INC (US)  
Requested Patent: ☐ EP1095415 (WO0002279), A3, B1  
Application Number: DE19981029142 19980630  
Priority Number (s): DE19981029142 19980630  
IPC Classification: H01M8/02; H01M8/22  
EC Classification: H01M8/02D, C25B9/10, C25B9/18  
Equivalents: AU5616499, ☐ AU749968, BR9911759, CA2336208, ID28230, JP2002520777T, NO20006707, ☐ TR200003802T, ☐ WO0002279

---

**Abstract**

---

According to known methods, gas chambers (6) of fuel cells are sealed by applying pressure. A small space always remains between the electrode and the membrane. According to the inventive sealing method, the bipolar plate (1a) and the membrane (8)- electrode (4) unit are bonded with a curable polymer. A gas-proof assembly is obtained by applying an adhesive bead (7) on the outer periphery of the gas chamber and around the inner gas ducts. These assemblies can be stacked and bonded together according to the present invention to form a stack of polymer electrolyte fuel cells. The inventive assemblies which are composed of a bipolar plate and a membrane-electrode unit can be used in polymer electrolyte fuel cells and in corresponding electrolytic cells. These assemblies have such a small weight that they can be used in mobile devices in a particularly advantageous manner.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

# PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



## INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>H01M 4/00</b>		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/02279</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Januar 2000 (13.01.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01890 (22) Internationales Anmeldedatum: 30. Juni 1999 (30.06.99) (30) Prioritätsdaten: 198 29 142.6 30. Juni 1998 (30.06.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAN- HATTAN SCIENTIFICS, INC. [US/US]; Olympic Tower, Suite 36F, 641 Fifth Avenue, New York, NY 10022 (US). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOSCHANY, Petra [DE/DE]; Pfarrweg 5, D-94121 Salzweg (DE). (74) Anwalt: RIEDERER VON PAAR, Anton; Lederer, Keller & Riederer, Postfach 26 64, D-84010 Landshut (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu          veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	
(54) Title: GAS-PROOF ASSEMBLY COMPOSED OF A BIPOLAR PLATE AND A MEMBRANE-ELECTRODE UNIT OF POLYMER ELECTROLYTE MEMBRANE FUEL CELLS (54) Bezeichnung: GASDICHTER VERBUND AUS BIPOLARPLATTE UND MEMBRAN-ELEKTRODEN-EINHEIT VON POLY- MERELEKTROLYTMEMBRAN-BRENNSTOFFZELLEN (57) Abstract <p>According to known methods, gas chambers (6) of fuel cells are sealed by applying pressure. A small space always remains between the electrode and the membrane. According to the inventive sealing method, the bipolar plate (1a) and the membrane (8)- electrode (4) unit are bonded with a curable polymer. A gas-proof assembly is obtained by applying an adhesive bead (7) on the outer periphery of the gas chamber and around the inner gas ducts. These assemblies can be stacked and bonded together according to the present invention to form a stack of polymer electrolyte fuel cells. The inventive assemblies which are composed of a bipolar plate and a membrane-electrode unit can be used in polymer electrolyte fuel cells and in corresponding electrolytic cells. These assemblies have such a small weight that they can be used in mobile devices in a particularly advantageous manner.</p>			

#### (57) Zusammenfassung

Bei allen bisher bekannten Verfahren wird die Dichtigkeit der Gasräume (6) von Brennstoffzellen unter Anwendung von Anpreßdruck hergestellt. Es verbleibt immer ein kleiner Spalt zwischen Elektrode und Membran. Das erfindungsgemäße Abdichtungsverfahren verklebt jedoch Bipolarplatte (1a) und Membran (8)-Elektroden (4)-Einheit unter Verwendung eines aushärtbaren Polymers. Durch Aufbringen einer Kleberaupe (7) auf den äußeren Umfang des Gasraumes und um die inneren Gasdurchführungen entsteht ein gasdichter Verbund. Bei Stapelung und erfindungsgemäßem Verkleben dieser Verbunde erhält man einen PEM-Brennstoffzellenstack. Die erfindungsgemäßen Verbunde aus Bipolarplatte und MEA eignen sich für die Anwendung in Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen und in den entsprechenden Elektrolysezellen. Auch können sie wegen ihres geringen Gewichts in der mobilen Anwendung besonders vorteilhaft eingesetzt werden.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## **GASDICHTER VERBUND AUS BIPOLARPLATTE UND MEMBRAN - ELEKTRODEN - EINHEIT VON POLYMERELEKTROLYTMEMBRAN - BRENNSTOFFZELLEN**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft einen gasdichten Verbund aus Bipolarplatte und Membran-Elektroden-Einheit von Polymerelektrolytmembran (PEM) - Brennstoffzellen und ein Verfahren zu seiner Herstellung.

10

Eine PEM - Brennstoffzelle besteht aus zwei Stromableiterplatten, zwei porösen, katalysierten Gasdiffusionselektroden und einer Ionenaustauschermembran, die zwischen diesen Elektroden angeordnet ist. Die Stromableiterplatten enthalten typischerweise Einrichtungen zur Zuführung und Verteilung der Reaktanden. Da die elektrische Spannung einer einzelnen Zelle für praktische Anwendungen viel zu niedrig ist, müssen eine  
15 Mehrzahl solcher Zellen in Reihe geschaltet werden. Bei dem sich daraus ergebenden Brennstoffzellenstapel bzw. -stack werden die aufeinandertreffenden Stromableiterplatten durch sog. Bipolarplatten ersetzt. Eine Bipolarplatte steht mit einer ihrer Oberflächen in elektrischem Kontakt mit der Anode einer Zelle des Stapels, während die  
20 gegenüberliegende Oberfläche mit der Kathode der benachbarten Zelle kontaktiert ist. Die Funktion der Bipolarplatten liegt zum einen im Durchleiten des Stroms durch den Stack, zum anderen im Trennen der Reaktionsgase. Auch weisen sie meistens Gasführungsstrukturen z.B. ein Kanalsystem zur besseren Verteilung der Reaktionsgase im Anoden- und Kathodenraum auf.

25 Durch Zuführung des typischen Reaktionsgases Wasserstoff an die Anodenseite der Brennstoffzelle werden in der Katalysatorschicht, die den Teil der Anode ausmacht, der mit der Ionenaustauschermembran direkt in Berührung steht, Kationen gebildet und gleichzeitig Elektronen an die Elektronen leitende Anode abgegeben. Als Oxidationsmittel wird typischerweise Sauerstoff (oder Luft) der Kathodenseite der Zelle zugeführt.

30 Durch Aufnahme der durch die Ionenaustauschermembran diffundierten Wasserstoffionen und der durch einen äußeren Stromkreis von der Anode zur Kathode geführten Elektronen wird das Reaktionsgas Sauerstoff reduziert. Diese Reaktion läuft ebenfalls in einer Katalysatorschicht, die den die Membran kontaktierenden Teil der Kathode ausmacht, ab. In den bevorzugten Anwendungsfällen ist die Konzentration des Sauerstoffs in der Luft ausreichend. Als Reaktionsprodukt entsteht Wasser. Die Reaktion-  
35 senthalpie wird in Form von elektrischer Energie und Abwärme frei. Die Einheit aus

Membran und Elektroden, einschließlich der jeweiligen Katalysatorschichten, wird als Membran-Elektroden-Einheit (im folgenden MEA - Membrane Electrode Assembly ) bezeichnet. Ob zu den Elektroden Anteile der Gasdiffusionsschicht hinzuzurechnen sind oder ob nur der Katalysator die Elektroden bildet, ist in der Literatur nicht einheitlich geregelt. Im folgenden wird bei einer für das Verständnis notwendigen Unterscheidung gesondert darauf hingewiesen.

Ein wesentliches Problem bei der Konstruktion von Brennstoffzellenstacks ist die dauerhafte Abdichtung des Anodenraums. Aufgrund der hohen Reaktionsfreudigkeit von Wasserstoff ist dies neben guter Energieausnutzung auch aus Sicherheitsgründen notwendig. Wird Luft oder Sauerstoff mit wesentlichem Überdruck verwendet, so muß auch der Kathodenraum abgedichtet werden.

Ein Verfahren, die Gasräume von PEM - Brennstoffzellen abzudichten, besteht in der Fertigung von Dichtungen aus Elastomermaterialien und dem Anordnen dieser Dichtungen zwischen der Polymerelektrolytmembran und den Bipolarplatten, die aus gasdichtem Graphitmaterialien hergestellt sind. Dabei wird die Dichtung in, auf komplizierte Art und Weise hergestellte, Schlitze eingelegt, die eigens dafür in einem Kohlefaserpapier, das als Gasdiffusionsschicht dient, vorgesehen sind. Eine solche Anwendung findet sich beispielsweise in der US - PS 5,284,718.

Die Dichtung kann auch aus einer in der Bipolarplatte integrierten Erhebung, die durch einen Prägevorgang hergestellt ist, gebildet werden. Die Bipolarplatten müssen dann aber aus einem elastischem, plastisch verformbaren und gasdichten Material, z.B. aus Graphitfolien hergestellt sein. Auch hier benötigt die Dichtung erheblichen Druck für die Ausbildung der Dichtwirkung, der von den Spannplatten ausgeübt werden muß. Ein derartiges Verfahren zeigt z.B. DE - OS 195 42 475 A1.

Ein weiteres Abdichtungsverfahren stellt DE - PS 44 42 285 C1 vor, in dem die negative Polplatte, die Membran, die positive Polplatte und zwei Dichtungen am Rand durch ein Rahmenelement gasdicht und elektrisch isolierend miteinander verklemmt werden. Das aus Metall bestehende Rahmenelement kann Teil einer Polplatte sein und besitzt einen U-Profil-Querschnitt. Durch Aufweitung dieses U - Profils bei der Montage entsteht der Anpreßdruck.

Auch ist es möglich, wie EP - PS 0 690 519 A1 zeigt, eine Einheit aus einer Flächen-  
dichtung und der Ionenaustauschermembran herzustellen. Die aus porösem Polyte-  
traflourethylen bestehende Dichtung ist auf beiden Seiten der Membran angebracht  
und umgibt den mit Katalysator beschichteten Teil der Membran als eine Art Rahmen.

5

Alle bisher bekannten Abdichtungsverfahren weisen folgende Nachteile auf:

Bei Verwendung von Elastomerdichtungen werden häufig dünne Membranen durch die  
Längenänderung des Elastomers (z.B. Silikon ) beim Zusammenspannen zerrissen.

Aufgrund der unterschiedlichen, verwendeten Materialien bei Bipolarplatten und Dicht-  
10 tung besteht auch die Gefahr, daß es bei Inbetriebnahme zu Undichtigkeiten kommt, da  
sich bei Erwärmung die verschiedenen Materialien unterschiedlich ausdehnen.

Viele andere Dichtungssystemen benötigen am Dichtrand erheblichen Anpreßdruck,  
um die notwendige Dichtwirkung zu erreichen. Dies hat zur Folge, daß die Spannplat-  
ten größer dimensioniert werden müssen und somit den gesamten Stack schwerer ma-  
15 chen, was nachteilig für die mobile Anwendung ist. Bei Verwendung von Klemmele-  
menten am Rahmen entsteht zusätzliches Gewicht durch relativ dickwandige Metalltei-  
le.

Die Abstimmung zwischen der Dicke der Elektroden und der Bipolarplatten und der  
Dicke der Dichtung ist äußerst schwierig, da beide, Elektroden und Dichtung, geeigne-  
20 ten Anpreßdruck benötigen, aber unterschiedliche Elastizitäten aufweisen. Die tollerier-  
baren Dickenabweichungen sind sehr klein. Diese Anforderung führt zu aufwendigen  
Herstellungsverfahren, die sehr kostenintensiv sind.

Bei allen bekannten Verfahren gibt es nach Zusammenbau einen kleinen Spalt zwi-  
schen Elektrode und Membran, denn die Dichtung muß größer als die Elektrode aus-  
25 geschnitten werden. Daraus folgt eine erhöhte Gefahr von Rißbildung in der Membran,  
besonders bei stark quellenden und sehr dünnen Membranen wie z.B. bei Membranen  
aus sulfoniertem Polyetherketon.

Nachteilig ist bei den meisten Systemen ferner, daß die Dichtigkeit erst beim Zusam-  
menbau der einzelnen Brennstoffzellen zu einem Stack geprüft werden kann. Die Or-  
30 tung von Undichtigkeiten ist somit nur im kompletten Stack möglich, nicht in den einzel-  
nen Zellen. Zur Qualitätssicherung bedarf es dadurch der Konzeption aufwendiger  
Verfahren.

Mit der vorliegenden Erfindung können alle oben aufgeführten Nachteile vermieden werden.

5 Aufgabe der Erfindung ist es, einen gasdichten Verbund aus MEA und der Wasserstoffseite einer Bipolarplatte bereitzustellen.

Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein einfaches, kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines derartigen Verbundes aufzuzeigen.

10 Zusätzlich ist es Aufgabe der Erfindung, einen vollständigen Brennstoffzellenstapel aus erfindungsgemäßen Einheiten von MEA's und Bipolarplatten darzulegen, der Gasdurchführungen durch die Bipolarplatte und auch einen abgedichteten Kathodenraum enthält.

Aufgabe der Erfindung ist es darüberhinaus, ein Verfahren zur Herstellung dieses Brennstoffzellenstapels anzugeben.

15 Eine Lösung dieser Aufgaben bietet der gasdichte Verbund aus Membran-Elektroden-Einheit und Bipolarplatten gemäß Anspruch (1), der Brennstoffzellenstack nach Anspruch (12), das Verfahren zur Herstellung des Verbundes aus Bipolarplatte und MEA nach Anspruch (15) und das Verfahren zur Herstellung des Brennstoffzellenstack nach Anspruch (26).

20

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung finden sich in den jeweiligen Unteransprüchen.

25 Der gasdichte Verbund aus Membran-Elektroden-Einheit und Bipolarplatte wird durch ein technisch unkompliziertes Klebeverfahren erstellt. Dies geschieht erfindungsgemäß dadurch, daß als Dichtmaterial ein oder mehrere aushärtbare Polymere (Klebstoffe) verwendet werden. Um auf einfache Weise einen gasdichten Verbund aus Bipolarplatte und Membran herstellen zu können, muß der Kleber auf der Bipolarplatte und auf der Membran, die evtl. mit einem Katalysator versehen ist, haften. Die Wirksamkeit der  
30 Edelmetallkatalysatoren und die Leitfähigkeit der Membran darf weder während des Aushärtungsvorgangs noch im ausgehärtetem Zustand durch flüchtige Stoffe beeinträchtigt werden.

Es existieren jedoch einige, erstaunlicherweise sogar handelsübliche Klebstoffe, die diese Anforderungen erfüllen. Bei Verwendung von Metallbipolarplatten eignen sich

bevorzugt Silikone als Klebedichtmasse. Sie haften gut auf nahezu allen Metallen und auf den gängigen perfluorierten oder nichtfluorierten, evtl. auch mit Katalysator versehenen Membrantypen. Werden Graphitbipolarplatten oder Composites aus Graphit und Polymeren eingesetzt, so kann entweder Epoxidharz mittlerer Viskosität oder wiederum  
5 Silikon als Klebedichtung verwendet werden. Im letzteren Fall ist allerdings auf der Bipolarplatte eine Haftvermittlungsschicht aus einem dünnen Epoxidharzfilm auf der möglichst aufgerauten Oberfläche der Bipolarplatte anzubringen. Dieser Epoxidharzfilm kann mittels Siebdruck, Sprühverfahren oder Pinseln aufgebracht werden. Ist ein besonders dünner Film erwünscht, so kann z.B. das zweikomponentige Epoxidharzprodukt Körapox 439 (Kömmerling GmbH) zuvor mit niederen Alkoholen z.B. Ethanol ver-  
10 dünnt werden.

Für alle Arten von Bipolarplatten eignen sich zur Verklebung besonders die Produkte Elastosil E 41 und E 43 (Wacker Chemie AG). Aufgrund von massiven Vergiftungserscheinungen an den aktiven Zentren von Katalysator und Membran ist das Zweikomponentige Epoxidharz Stykast W19 (Grace N.V., Belgien) nicht geeignet. Die Viskosität  
15 des Klebers liegt zwischen 10.000 mPas und 500.000 mPas, bevorzugt zwischen 60.000 mPas und 350.000 mPas. Eine leicht thixotrope Konsistenz kann von Vorteil sein.

20 Zunächst soll die Abdichtung des Wasserstoffgasraumes dargestellt werden, die bevorzugt durchgeführt wird. Bei der Herstellung eines gasdichten Verbundes von Bipolarplatte und Membranelektroden - Einheit muß unterschieden werden, ob im Aufbau der PEM - Brennstoffzelle eine komplette MEA verwendet wird, d.h. eine Membran mit zwei Katalysatorschichten und mit mindestens der Anoden - Gasdiffusionsschicht oder ob es  
25 sich um katalysierte Membranen mit aufgelegter Anoden - Gasdiffusionsschicht handelt. Im folgenden wird zunächst die Vorgehensweise bei Auswahl einer katalysierten Membranen mit nur aufgelegter Anoden - Gasdiffusionsschicht beschrieben. Die dabei gemachten Angaben zur Breite des Dichtrandes, zur Dicke der Gasdiffusionsschicht und zur Überlappung zwischen Gasdiffusionsschicht und Bipolarplatte gelten bevorzugt für alle, noch darzustellenden Klebeverfahren.  
30

Bevorzugt verwendet man, wie in Fig. 1 dargestellt, eine Bipolarplatte (1) mit Gasdurchführungsbohrungen für das Reduktionsmittel Wasserstoff (2a) und evtl. das Oxidationsmittel Sauerstoff oder Luft (2b), mit Gasverteilungsstruktur z.B. einer Kanalstruktur (3) und umlaufendem, nicht strukturierten Dichtrand, dessen Breite zwischen



0.1 mm und 10 mm, bevorzugt zwischen 1 mm und 5 mm, besonders bevorzugt zwischen 2 mm und 3 mm liegt. Bevorzugt, aber nicht notwendig, liegen die Erhebungen der Kanalstruktur auf derselben Ebene wie der Dichtrand. Die zu verwendende Gasdiffussionsschicht (4) mit typischer Dicke zwischen 0.1 mm und 0.5 mm wird auf die Bipolarplatte positioniert und mit einer Haltevorrichtung fixiert. Besonders vorteilhaft kann die Positionierung mit Hilfe von Stiften in den Gasdurchführungen durch Bipolarplatte und Gasdiffusionsschicht erfolgen. Die Gasdiffusionsschicht muß dazu an den der Bipolarplatte entsprechenden Stellen Aussparungen aufweisen. Bevorzugt wird eine Gasdiffusionsschicht verwendet, die etwas größer ist als der mit Kanalstruktur versehene Bereich der Bipolarplatte. Die Überlappung zwischen Gasdiffusionsschicht und Bipolarplatte (5) liegt zwischen 0.1 mm und 5 mm, bevorzugt zwischen 0.3 mm und 0.8 mm. Nach Auswahl eines geeigneten Klebers zur Abdichtung des Wasserstoffraums (6) wird, wie in Fig. 2 dargestellt, eine Kleberaupe (7), die bevorzugt höher ist als die Gasdiffusionsschicht des Wasserstoffraums (4a) auf den Teil der Bipolarplatte aufgetragen, dessen Oberfläche mit der Anode in Kontakt steht (1a) und deren Gasverteilungsstruktur für Sauerstoff oder Luft (3a) hier nur angedeutet ist. Das Volumen des aufgetragenen Klebers wird bevorzugt so bemessen, daß der Spalt zwischen der Oberfläche der Gasdiffusionsschicht und dem Dichtrand vollständig gefüllt wird. Die Kleberaupe wird mit geeigneten Dosiervorrichtungen dergestalt aufgebracht, daß sie die Oberfläche der Gasdiffusionsschicht überragt und am Dichtrand so positioniert, daß sie die Gasdiffusionsschicht gerade eben berührt oder knapp vor dieser endet. Durch Auflegen der katalysierten Membran (8) wird die Dichtraupe dann so deformiert, daß sie den gesamten Spalt zwischen Bipolarplatte und Membranunterseite füllt und der Kleber zumindest bis an die Stirnflächen der Gasdiffusionsschicht reicht und bevorzugt sogar über Distanzen von < 1 mm in die Gasdiffusionsschicht eindringt. Die so aufgelegte Membran kann eben auf der Gasdiffusionsschicht liegen oder im Bereich der Dichtraupe sogar leicht erhöht sein.

Um die dünne, katalysierte Membran auf die Bipolarplatte mit Gasdiffusionsschicht und Kleberaupe eben aufzulegen, bedient man sich zweckmäßigerweise ebenfalls einer Hilfskonstruktion, nämlich eines beweglichen Vakuumspanntisches. Dieser kann ähnlich einer Bipolarplatte aus einem Kanalsystem bestehen, das durch ein poröses Kohlfaserpapier abgedeckt ist. Durch Erzeugung eines Unterdrucks in diesem Kanalsystem kann eine Membran eben aufgespannt und zusammen mit dem Vakuumspanntisch auf die Bipolarplatte mit Gasdiffusionsschicht und Kleberaupe aufgesetzt werden. Bevor-

zugt enthält auch die Membran und evtl. der Vakuumspanntisch an denselben Positionen wie die Bipolarplatte Bohrungen, die später zur Gasdurchführung durch die einzelnen Zellen eines Stacks dienen.

Anschließend muß der Kleber je nach Art seiner Zusammensetzung unter den entsprechenden Bedingungen, beispielsweise bei leichter Temperaturerhöhung oder bei  
5 Raumtemperatur, ausgehärtet werden.

Nun ist es möglich, den so hergestellten Verbund aus Bipolarplatte und Membran auf seine Dichtigkeit zu prüfen und bei Bedarf auch eine Funktionsprüfung dieser einzelnen Brennstoffzelle vorzunehmen. Die Funktionsprüfung erfolgt bevorzugt dadurch, daß der  
10 Verbund aus Bipolarplatte und MEA mit einer geeigneten Luftführungsstruktur aus Graphit zusammengespannt wird und die somit vollständige Einzelzelle zumindest mit Luft nahe dem Umgebungsdruck betrieben werden kann.

Falls eine Membran, auf der die Gasdiffusionsschichten haften, verwendet werden  
15 soll, existiert ebenfalls eine Möglichkeit der Abdichtung des Wasserstoffgasraums zwischen Bipolarplatte und MEA. Die MEA muß dazu einen freien, d.h. nicht von der Gasdiffusionsschicht bedeckten Rand aufweisen. Die Kleberaupe wird dann nicht auf die Bipolarplatte, sondern bevorzugt direkt auf die MEA, die vorteilhaft auf einem geeigneten Vakuumspanntisch aufgespannt ist, aufgetragen. Die so vorbereitete MEA kann  
20 dann zusammen mit dem Vakuumspanntisch auf die Bipolarplatte aufgesetzt werden.

Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, können Gasdurchführungen für das Oxidationsmittel Sauerstoff oder Luft **(2b)** durch den Teil der Bipolarplatte, dessen Oberfläche mit der Anode in Kontakt steht **(1a)** analog, wie für die beiden Arten von MEA bereits beschrieben,  
25 gegen den Wasserstoffraum **(6)** gedichtet werden.

Um aus mehreren erfindungsgemäßen Einheiten aus Bipolarplatte und MEA einen Brennstoffzellenstack herzustellen, der auch mit Sauerstoff oder Luft unter Überdruck betrieben werden kann, können diese Einheiten miteinander luft- und wasserstoffdicht  
30 analog dem obigen, erfindungsgemäßen Verfahren folgendermaßen (vgl **Fig 4** und **Fig. 5**) verklebt werden:

Bevorzugt wird zunächst ein Verbund aus Bipolarplatte und MEA einschließlich kathodenseitiger Gasdiffusionsschicht **(4b)**, die am Rand und um die Wasserstoffdurchführung Membranfläche für eine Kleberaupe freiläßt, bereitgestellt. Eine Kleberaupe **(7)**

wird, wie oben beschrieben, bevorzugt am Umfang der Membran **Fig. 4)** und um die Wasserstoffdurchführungen (**Fig. 5)** aufgebracht. Eine weitere Einheit aus Bipolarplatte und MEA wird mit dem Teil der Bipolarplatte, dessen Oberfläche mit der Kathoden in Kontakt steht (**1b)**, auf die Kleberaupe aufgesetzt. Der Kleber wird anschließend unter  
5 geeigneten Bedingungen ausgehärtet. Die Kleberaupe am Umfang der Membran dichtet die evtl. unter Überdruck stehende Luft gegen den Außenraum ab, während die Kleberaupe um die Wasserstoffdurchführung verhindert, daß Wasserstoff in den Kathodenraum eindringt.

- 10 Bei Betrieb mit Luft nahe dem Umgebungsdruck kann auf die, in Fig. 4 dargestellte Abdichtung am äußeren Umfang des Luftraumes verzichtet werden.

- Falls Durchführungsbohrungen für Kühlmedien oder Spannelemente vorgesehen sind, können diese gegen Anoden- und Kathodenraum nach Maßgabe von Fig. 3 und zugleich Fig. 5 abgedichtet werden.  
15

- Die Vorteile des erfindungsgemäßen Klebeverfahrens liegen in der Vermeidung von Spalten zwischen Dichtung und Gasdiffussionsschichten. Weiterhin bedarf es keines großen Anpreßdrucks, da dieser durch die Adhäsionskräfte der Klebung ersetzt wird.  
20 Weder Dichtung noch Elektroden müssen mit geringen Maßtoleranzen gefertigt, auch der Querschnitt der Gaszuführungen kann beliebig gewählt werden. Dichtetests und zumindest Funktionstest mit Luft unter Umgebungsdruck sind für die Einzelzellen möglich. Es entsteht nahezu kein zusätzliches Gewicht durch die Klebedichtung. Eine kostengünstige, industrielle Fertigung ist somit möglich.

25

30

**BEZUGSZEICHENLISTE**

- (1) Bipolarplatte
- (1a) Teil der Bipolarplatte, dessen Oberfläche mit der Anode in Berührung steht
- 5 (1b) Teil der Bipolarplatte, dessen Oberfläche mit der Kathode in Berührung steht
- (2) Gasdurchführungsbohrungen
- (2a) Gasdurchführung für das Reduktionsmittel Wasserstoff
- (2b) Gasdurchführung für das Oxidationsmittel Sauerstoff oder Luft
- (3) Gasverteilungsstruktur z.B. Kanalstruktur
- 10 (3a) Gasverteilungsstruktur für Wasserstoff
- (3b) Gasverteilungsstruktur für Sauerstoff
- (4) Gasdiffusionsschicht
- (4a) Gasdiffusionsschicht des Wasserstoffraums
- (4b) Gasdiffusionsschicht des Sauerstoffraums
- 15 (5) Überlappung zwischen Gasdiffusionsschicht und Bipolarplatte
- (6) Wasserstoffraum
- (7) Kleberaupe
- (8) Membran

20

25

30

## ANSPRÜCHE

1. Verbund aus Bipolarplatte und MEA

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- 5 der freie, nicht von Gasdiffusionsschichten bedeckte katalysierte oder nicht katalysierte Membranrand einer MEA mit der Bipolarplatte gasdicht verklebt ist.

2. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach Anspruch (1)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- 10 die Wasserstoffseite der Bipolarplatte mit der Anodenseite der MEA verklebt ist

3. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (2)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- 15 der Kleber in Form einer Dichtraupe aufgetragen wurde die höher ist als die Gasdiffusionsschicht.

4. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach Anspruch (3)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- 20 das Volumen der aufgetragenen, nicht ausgehärteten Dichtraupe so bemessen wurde, daß sie genau den Klebespalt füllt.

5. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (4)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- 25 das Klebematerial 0.2 mm bis 1 mm die Gasdiffusionsschicht durchdringt.

6. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (5)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Klebung mit einem aushärtbaren Silikon oder einem Epoxydharz durchgeführt ist.

30 7. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (6)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

- die Bipolarplatte und/oder die Membran im Bereich des Dichtrandes mit einem Haftvermittler vorbehandelt ist.

8. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (7)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Gasdiffusionsschicht den Dichtrand der Bipolarplatte um 0.1 bis 5 mm überlappt

5

9. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (8)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

Dichtrand und Oberfläche der Gasverteilungsstruktur der Bipolarplatte auf einer Ebene liegen.

10

10. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (9)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

zur Positionierung der MEA mit oder ohne Gasdiffusionsschichten auf die Bipolarplatte ein Vakuumspanntisch verwendet wurde.

15

11. Verbund aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (10)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

Anoden- und/oder Kathodengasdurchführungen vorgesehen sind, von denen mindestens eine, welche das Gas führt, das nicht in den Gasraum des Verbundes eindringen soll durch Klebung abgedichtet ist.

20

12. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA

**dadurch gekennzeichnet, daß**

der freie, nicht von Gasdiffusionsschichten bedeckte katalysierte oder nicht katalysierte Membranrand einer MEA mit der Bipolarplatte gasdicht verklebt wird.

25

13. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA nach Anspruch (12)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

die Wasserstoffseite der Bipolarplatte mit der Anodenseite der MEA verklebt wird.

30

14. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (12) bis (13)

**dadurch gekennzeichnet, daß**

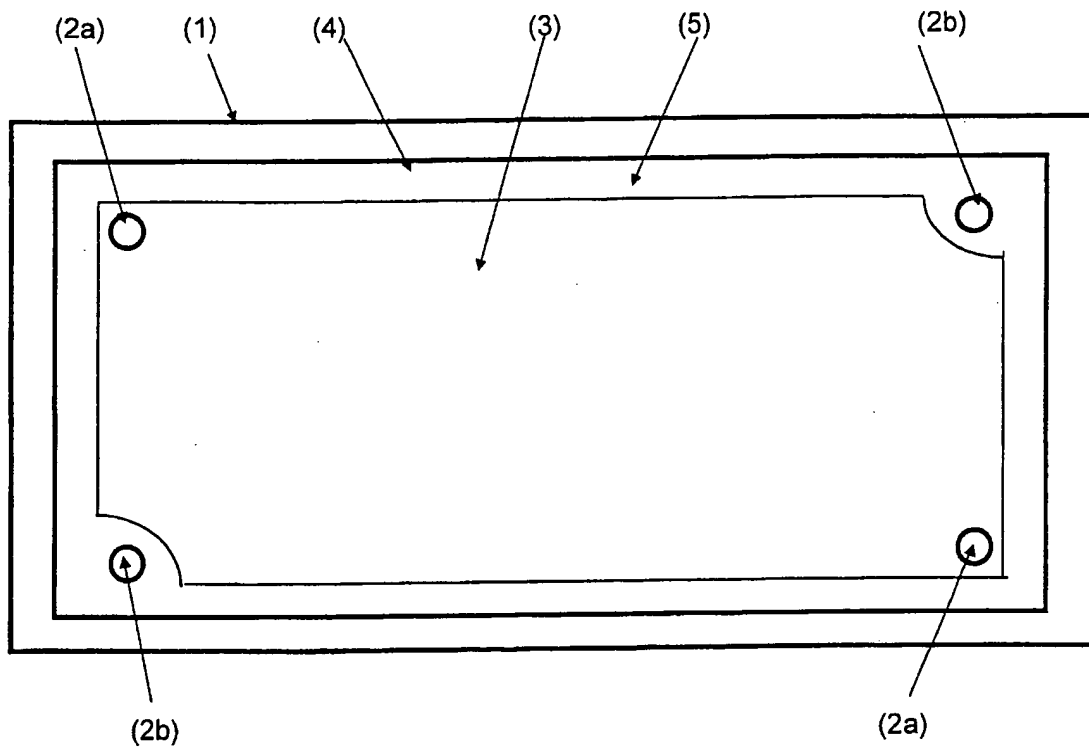
der Kleber in Form einer Dichtraupe aufgetragen wird, die höher ist als die Gasdiffusionsschicht.

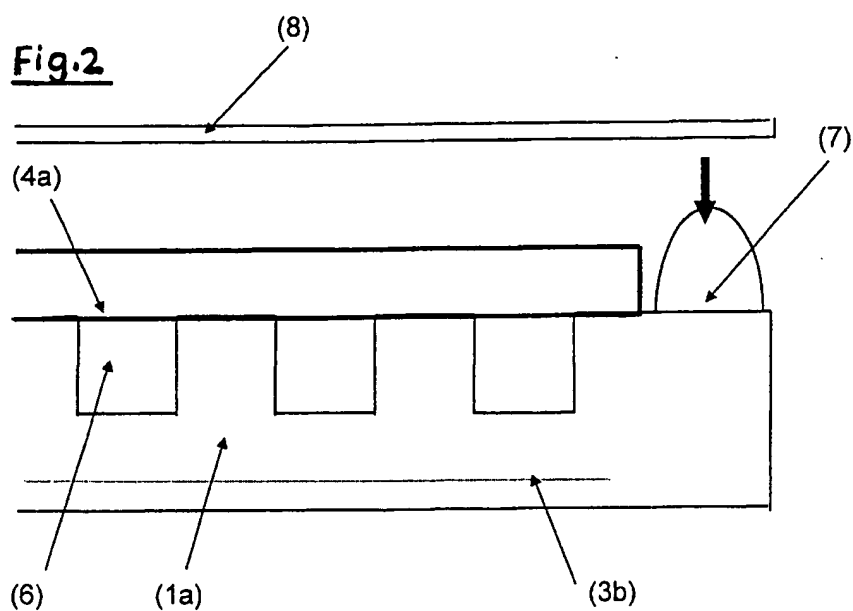
15. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
5 nach einem der Ansprüche (12) bis (14)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
das Volumen der aufgetragenen, nicht ausgehärteten Dichtraupe so bemessen wird, daß sie genau den Klebespalt füllt.
- 10 16. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
nach einem der Ansprüche (12) bis (15)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
das Klebematerial 0.2 mm bis 1 mm in die Gasdiffusionsschicht eindringt.
- 15 17. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
nach einem der Ansprüche (12) bis (16)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Klebung mit einem aushärtbaren Silikon oder einem Epoxydharz durchgeführt wird.
- 20 18. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
nach einem der Ansprüche (12) bis (17)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Bipolarplatte und/oder die Membran im Bereich des Dichtrandes mit einem Haftvermittler vorbehandelt wird.
- 25 19. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
nach einem der Ansprüche (12) bis (18)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
die Gasdiffusionsschicht den Dichtrand der Bipolarplatte um 0.1 bis 5 mm überlappt.
- 30 20. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
nach einem der Ansprüche (12) bis (19)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**

Dichtrand und Oberfläche der Gasverteilungsstruktur der Bipolarplatte auf einer Ebene liegen.

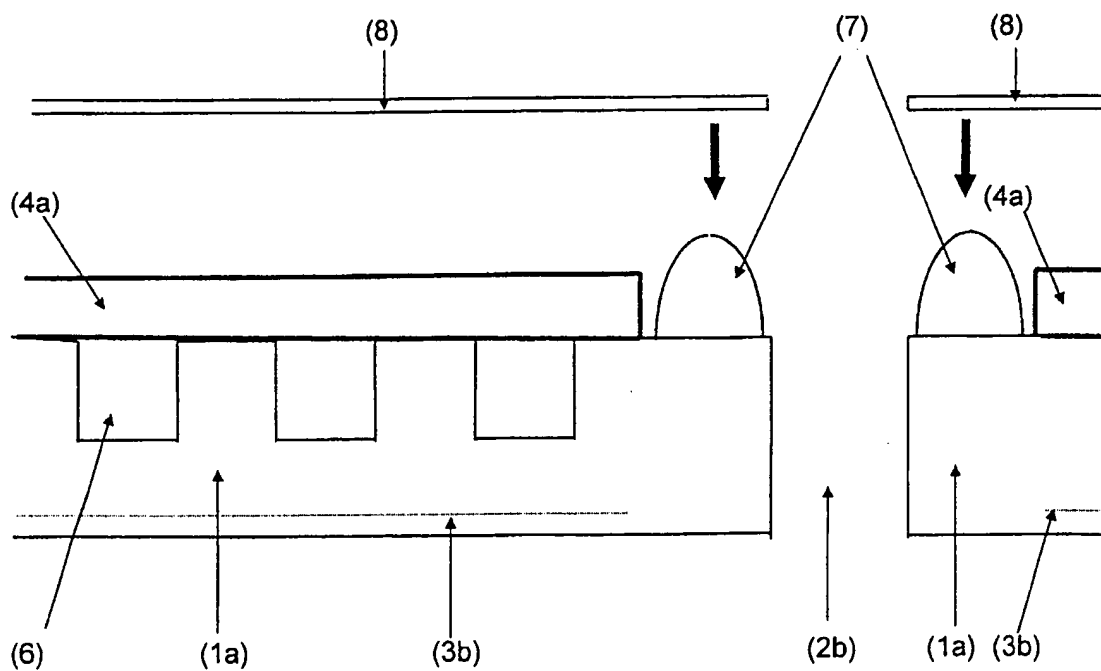
21. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA  
5 nach einem der Ansprüche (12) bis (20)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
zur Positionierung der MEA mit oder ohne Gasdiffussionsschichten auf die Bipolarplatte ein Vakuumspanntisch verwendet wird.
- 10 22. Verfahren zur Herstellung eines gasdichten Verbundes aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (12) bis (21)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
Anoden- und/oder Kathodengasdurchführungen vorgesehen sind, von denen mindestens eine, welche das Gas führt, das nicht in den Gasraum des Verbundes eindringen  
15 soll Zelle durch Klebung abgedichtet wird.
23. Anwendung des Verbundes aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (11) in Brennstoffzellenstacks und / oder Stacks aus Elektrolysezellen.
- 20 24. Anwendung nach Anspruch (23),  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
mehrere Verbunde aus Bipolarplatte und MEA nach einem der Ansprüche (1) bis (11) durch Stapelung elektrisch in Serie geschaltet sind.
- 25 25. Anwendung nach Anspruch (23)  
**dadurch gekennzeichnet, daß**  
der in den Verbunden aus Bipolarplatte und MEA noch nicht gedichtete Gasraum am Umfang und/oder an den entsprechenden Gasdurchführungen wiederum an einer Seite der Bipolarplatte eines Verbundes mit der entsprechenden Seite der MEA eines zwei-  
30 ten Verbundes mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche (12) bis (22) abgedichtet wird.

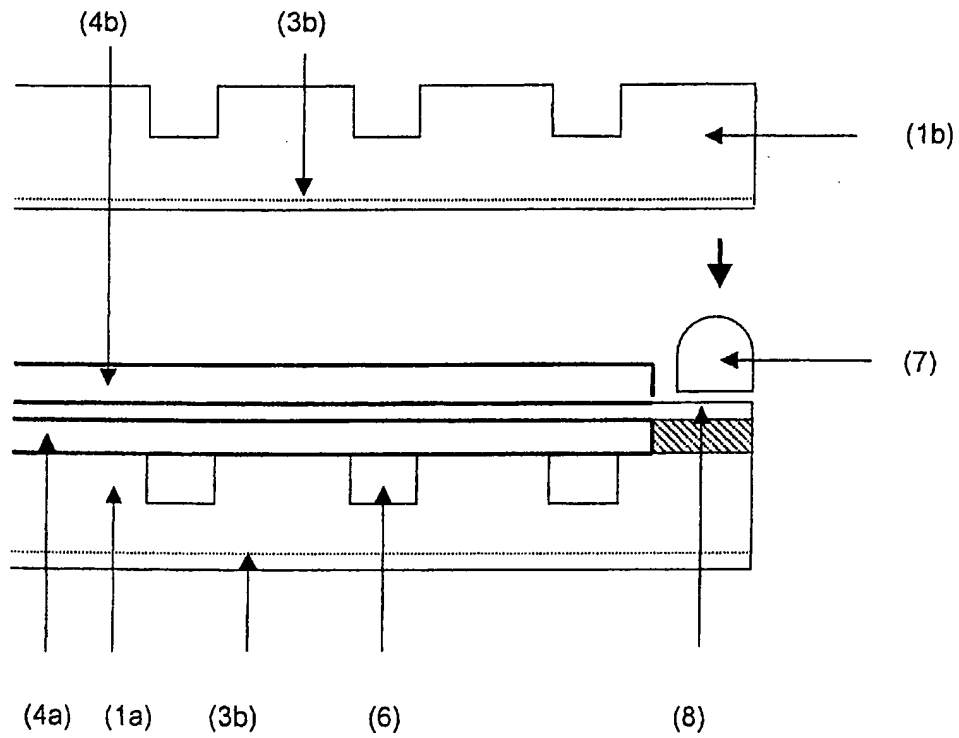


**Fig.1**



**Fig.3**



**Fig.4**

**Fig.5**